E 47

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA

INFORME FINAL

JORGE PUERTO GARZON

Ingeniero Civil - Ph.D.

CONSULTOR

[redacted]

SANTA FE DE BOGOTA D.C. MARZO DE 1993

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA

INFORME FINAL

JORGE PUERTO GARZON

Ingeniero Civil - Ph.D.

CONSULTOR

SANTA FE DE BOGOTA D.C. MARZO DE 1993

ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA

CONTENIDO

INTRODUCCION		1
1	INFORMACION GENERAL	3
	1.1 INFORMACION CONSULTADA	3
	1.2 LOCALIZACION	3
	1.3 TOPOGRAFIA	4
	1.4 HIDROMETEOROLOGIA	5
	1.5 DESCRIPCION DE LA ZONA INESTABLE	6
2	GEOLOGIA	9
	2.1 GEOMORFOLOGIA	9
	2.2 LITOLOGIA	9
	2.3 ESTRUCTURA	10
3	PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL TERRENO	11
	3.1 EXPLORACION DEL SUBSUELO	11
	3.2 PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL SUELO	12
	3.3 ANALISIS DE RESULTADOS	15
4	ANALISIS DE ESTABILIDAD	16
	4.1 DEFINICION DE PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE	16

4.2 CALCULO DE ESTABILIDAD 16

5 OBRAS DE ESTABILIZACION 18

5.1 DESCRIPCION DE OBRAS 18

5.1.1 Cambio de tuberías existentes 18

5.1.2 Drenajes 19

5.1.3 Obras de Contención 20

5.2 CANTIDADES DE OBRA 20

5.3 PLAZO DE CONSTRUCCION 20

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 21

CUADROS

FIGURAS

ANEXOS

Anexo 1 Información Hidrometeorológica

Anexo 2 Perforaciones

Anexo 3 Ensayos de Laboratorio

Anexo 4 Memorias de Cálculo

Anexo 5 Registro Fotografico

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 **Resultado de Ensayos de Laboratorio de Suelos**

Cuadro 2 **Cantidades de Obra**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 **Localización General**

Figura 2 **Estación Hidrometeorologica Vivero Venado de Oro**

Figura 3 **Sección A-A´**

LISTA DE PLANOS

Plano 1	Topografía
Plano 2	Geología
Plano 3	Localización de Obras
Plano 4	Detalle de Obras

INTRODUCION

La Secretaria de Obras Públicas del Distrito Capital de Bogotá, en cumplimiento de su programa de adecuación de zonas inestables de la capital, contrató con el Ingeniero Jorge Puerto Garzón la ejecución de los estudios geológicos y geotécnicos requeridos para conocer las causas de inestabilidad y formular las medidas preventivas y correctivas necesarias para restablecer la estabilidad de una zona correspondiente al barrio Turbay Ayala.

Para tal efecto y en cumplimiento de la metodología establecida, se hizo una recopilación de la información disponible tanto oral como escrita y se procedió a examinar la zona, investigando aspectos topográficos, geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, geotécnicos, evaluación del estado de edificaciones y tuberías de conducción de aguas, etc.

El estudio geológico se encaminó a establecer las causas que originaron los movimientos del terreno investigando las características de la masa y de los flujos de agua subterránea. Se levantaron los perfiles geológicos característicos y se localizaron los agrietamientos producidos por efecto de los movimientos.

El estudio geotécnico estuvo enfocado hacia el conocimiento de las propiedades físico-mecánicas de los suelos, con los que se

efectuaran los análisis de estabilidad de la ladera y se establecieron sus grados de seguridad.

En base a toda la información recolectada se formularon y diseñaron las medidas preventivas y correctivas que mitigarán los movimientos y proporcionarán la estabilidad del terreno.

En este informe se consigna toda la información obtenida, lo mismo que los análisis efectuados, cálculos, esquemas y planos de las obras de protección, así como cantidades de obra y plazo estimado de construcción.

1. INFORMACION GENERAL

1.1 INFORMACION CONSULTADA

La informacion recopilada corresponde a los informes y estudios realizados por las entidades oficiales, obteniendo la informacion así:

I.G.A.C.	PLANCHA	ESC	AÑO
	247 -I -A-1	10.000	1989
	228-III-C-3	10.000	1989
	M - I	2.000	1981
INGEOMINAS	Geología de la Sábana	100.000	1982

HIMAT	ESTACION	COORDENADAS		
	HIDROMETEOROLOGICA	LAT	LON	ALT
	VIVERO DE ORO	04°36'	74°04'	2225m

1.2 LOCALIZACION

La zona inestable del barrio Turbay Ayala se encuentra localizada en inmediaciones de la calle 10 y calle 10-A con carrera 14 Este,

extendiéndose unos ochenta metros (80 m.) ladera abajo de la calle 10 con una pendiente media de 16°. La pata del deslizamiento termina en una corriente de agua bastante contaminada por desechos de todo tipo, depositados por los habitantes del sector.

Geográficamente la zona esta determinada por el rectángulo de coordenadas

X (m. N)	Y (m. E)
99.500,oo	101.220.oo
99.600,oo	101.250,oo

Las cotas están comprendidas entre los 2765 a 2790 m.s.n.m., con una área inestable aproximada de 3000 m² y un volumen deslizante alrededor de 6000 m³. La localización general de la zona inestable se puede apreciar en la Fig. 1.

1.3 TOPOGRAFIA

La zona inestable del barrio Turbay Ayala se encuentra ubicada en una ladera con una pendiente media del 27%, clasificado como un terreno montañoso. En la pata del deslizamiento pasa una quebrada contaminada por basuras y desechos sanitarios de las casas del sector.

Para este estudio la Secretaria de Obras Públicas realizó un levantamiento topográfico actualizado a Enero/93, elaborando el plano 1 a escala 1 : 200 con curvas de nivel cada 1.0 m.

Puesto que cerca de la zona inestable no fue posible encontrar puntos de control topográfico de alguna entidad oficial, el levantamiento se orientó con el azimut magnético y las cotas se asumieron a partir de un BM arbitrario.

En la foto 1 del anexo fotográfico se puede apreciar una panorámica de la zona inestable.

1.4 HIDROMETEOROLOGIA

La hidrología de la zona inestable encaja dentro de las condiciones hidrológicas del area centro oriental de Bogotá. Para estudiar este aspecto, en el HIMAT fueron consultados los datos de lluvias de las estaciones pluviométricas, encontrándose solo la estación Vivero Venado de Oro, cuyo histograma de lluvias y temperaturas se presenta en la fig. 2.

Observando el histograma se puede apreciar un pico de lluvias durante los meses de Febrero y Marzo con valores máximos de 637 mm y 543 mm respectivamente. Registrando en los demás períodos valores inferiores a los 300 mm de precipitación, siendo los meses más secos Enero, Agosto y Septiembre con 100 mm de lluvia

en promedio.

Puesto que la estabilidad de la zona en estudio depende en un alto grado del régimen de lluvias que se presenta, es de suponer que los mayores movimientos del terreno ocurren durante el período de invierno, como se ha podido verificar con la información oral de diferentes habitantes del sector que se han visto afectados por el deslizamiento durante los meses de invierno.

Conociendo los períodos de lluvia, es recomendable emprender los trabajos de estabilización en el período de verano y realizar observaciones en los períodos de invierno, sobre todo al final de este, es decir en los primeros dias del mes de abril, cuando se pueden presentar los mayores desplazamientos del terreno dado el alto grado de saturamiento del suelo.

La temperatura media diaria, es poco variable, como se puede apreciar en la figura 2, donde se aprecia que ésta oscila entre 11° y 15°.

1.5 DESCRIPCION DE LA ZONA INESTABLE

Según versiones de los vecinos residentes en las áreas aledañas al sector estudiado, la inestabilidad del terreno se presentó hace unos siete años, notándose inicialmente un movimiento rápido

del suelo fallado y luego fue disminuyendo su velocidad hasta ser casi imperceptible actualmente.

El movimiento que presenta el terreno es del tipo deslizamiento por una superficie de falla de una masa sobre material de las mismas características.

A juzgar por el movimiento de un poste ubicado en la parte media de la masa inestable, el cual se ha desplazado algo así como 5 m desde su posición inicial, la velocidad media del deslizamiento es de cerca de 0.7 m/año clasificandose como muy lento en la escala de Varnes D.J.

En el área estudiada se observan los principales elementos del deslizamiento, tales como los escarpes intermedios, la corona, los flancos escarpados y la pata, ubicada en la margen izquierda de una quebrada. Estos elementos pueden ser observados en las fotos 1 a 4 del anexo fotográfico; notándose además que el pasto cubre toda el área fallada.

En la masa que está en movimiento se observa una alta saturación, aflorando sobre la calle 10A manantiales casi superficiales.

En la margen de la calle 10, por donde circulan buses urbanos, se construyó hace unos años un muro de gaviones de unos 3 m de alto, el cual falló al desplazarse junto con la masa en movimiento,

pues su fundación era superficial (véase foto 5).

El suelo en movimiento ha afectado media calzada de la calle 10, toda la calzada de la calle 10A y dos casas más próximas a los flancos del deslizamiento, las cuales presentan signos evidentes de agrietamiento.

En la parte alta, a cerca de 30 m al este de la corona existente, en la calle 10 con carrera 14 Este, se encuentra roto un tubo del acueducto. El mencionado tubo, el cual se rompió hace mas de 5 años, de acuerdo con las informaciones de los vecinos; está aportando permanentemente una cantidad apreciable de agua, la cual esta saturando los terrenos aledaños, incluyendo la masa de suelo fallado.

De acuerdo con lo observado en la exploración de campo, el aporte del agua procedente del tubo roto se constituye en el principal factor inestabilizador de la masa de suelo fallado. Además de esto, si no se repara el tubo para evitar las fugas, es probable que se inestabilicen otros terrenos que actualmente se muestran estables.

2. GEOLOGIA

2.1 GEOMORFOLOGIA

El barrio está emplazado en un valle antiguo con una delgada capa de cobertura vegetal que actualmente muestra en su superficie evidencias de movimientos en masa, expresados en ondulaciones con grietas de desgarre en la parte media e inferior. El fenómeno de remoción puede clasificarse como una combinación de reptación (movimiento lento) en la parte superior y solifluxión (movimiento rápido) en la parte inferior. Como evidencia del movimiento se observó un poste inclinado en el sector norte inferior de la zona en cercanías de una vivienda con paredes agrietadas.

2.2 LITOLOGIA

Se diferencian los siguientes tipos de litología:

- Suelo residual (Qrs)

El suelo es limo arcilloso gris claro a negro. Se manifiesta a manera de cubierta natural con un espesor que varia entre 0.5 m y 2 m hacia el norte.

- Depósito de pendiente (Qc)

Corresponde a fragmentos de roca de diferentes tamaños generalmente mezclado con suelo residual.

- Arcillolita y limolita (Tg)

Los afloramientos de roca corresponde a arcillolita pardo-amarillenta pertenecientes a la formación Guaduas.

2.3 ESTRUCTURA

La estructura más importante y cercana es la falla de Bogotá. La roca tiene una actitud de N20-30E/30SW.

En el plano 2 se pueden apreciar los detalles geológicos del área.

3. PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL TERRENO

3.1 EXPLORACION DEL SUBSUELO

El subsuelo de la masa inestable se exploró mediante 2 perforaciones denominadas S1 y S2, las cuales se ubicaron en proximidades de la corona y en la parte media del deslizamiento respectivamente, alcanzando profundidades de 7.5 m la primera y 4.6m la segunda. Las perforaciones se ejecutaron realizando ensayos de penetración standard. Los registros de las perforaciones se pueden apreciar en el anexo 2 y su localización en el plano 2.

En términos generales las perforaciones mostraron los siguientes perfiles:

Perforación S-1 (localizada en proximidades de la corona)

00.0 - 0.40: Suelo orgánico negro con raíces y algunos materiales de relleno.

0.40 - 1.70: Arcilla negra mezclada con suelo negro de origen volcánico.

1.70 - 2.50: Arcilla negra mezclada con suelo negro.

2.50 - 4.10: Arcilla marrón con fragmentos de roca. Nivel superior de roca meteorizada.

4.10 - 5.20: Arcillolita amarilla blanda. Zona de transición a

roca sana.

5.20 - 8.00: Arcillolita abigarrada de colores gris, rojo, violáceo y amarillo. A medida que se profundiza es más seca y dura. Fin de la perforación.

Perforación S-2 (localizada en la parte media del dislizamiento)

00.0 - 0.40: Suelo orgánico limoso con raíces.

0.40 - 1.40: Material de relleno.

1.40 - 1.90: Limo arcilloso gris.

1.90 - 2.90: Arcilla negra saturada con fragmentos de roca.

2.90 - 3.60: Arcillolita rojo-amarillenta, saturada, blanda. Zona de transición a roca.

3.60 - 4.65: Arcillolita arenosa de color gris, blanda, húmeda, endurecida con la profundidad. Fin de la perforación.

3.2. PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL SUELO.

Con el fin de caracterizar el terreno, se tomaron y seleccionaron muestras del material proveniente de las dos perforaciones ejecutadas con taladro, principalmente constituido por arcillas grises claras, a las cuales se le realizaron ensayos de compresión inconfinada, humedad y limites de Atterberg. La ejecución de los ensayos se realizó en el laboratorio de suelos de la Secretaria de Obras Públicas del Distrito Capital.

Un resumen de los resultados obtenidos en el laboratorio se presenta en el cuadro 1. De acuerdo con los datos obtenidos, las principales propiedades del suelo son los siguientes:

- Humedad Natural

Se observan claramente en las muestras dos grupos de humedades, representativos de dos calidades de material:

En la perforación 1 entre 1.70 y 4.80 m la humedad fluctúa entre 27.3% y 42.6%, con valores superiores al Límite Plástico, el cual varia entre 21.7% y 30.7%. A partir de 5.80 m de profundidad las muestras presentan humedades muy consistentes, con valores entre 11.6% y 14.3%, por debajo del Limite Plástico, el cual varia entre 17.9% y 19.5%.

- Clasificación

El suelo en general es de clasificación CL a CH, correspondiente a arcillas inorgánicas plásticas.

- Compresión Inconfinada

Solo se pudieron realizar ensayos de compresión inconfinada a muestras por debajo de 6.8 m de profundidad, obteniéndose resultados que oscilan entre 0.37 y 0.94 Kg/cm².

- Peso Unitario Húmedo

El peso unitario húmedo se obtuvo solo en muestras tomadas por debajo de 6.80 m, con valores muy consistentes entre 2.14 y 2.19 T/m³.

- Peso Unitario Seco

El peso unitario seco se hizo solo en muestras tomadas por debajo de 6.80 m, obteniéndose valores que varían entre 1.87 y 1.93T/m³.

- Ensayos de Penetración Standard

En las perforaciones se ejecutaran ensayos de penetración Standard con los siguientes resultados:

PERFORACION	PROFUNDIDAD	GOLPES/PIE
1	2.6 - 3.0	4 - 6
	3.4 - 3.8	4 - 6
	4.6 - 5.0	4 - 12
	5.6 - 6.0	16 - 50
2	1.8 - 2.2	2 - 4
	2.9 - 3.3	6 - 14
	4.2 - 4.6	20 - 48

3.3 ANALISIS DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta la investigación geotécnica realizada en la zona inestable se puede deducir que la masa inestable, se diferencia con una buena aproximación, pues se observa tanto en la perforación 1 como en la 2 la presencia de un límite de dos calidades del suelo tanto por geología como por humedad y resistencia a la penetración standard. Así, en la perforación 1 el límite mencionado, considerado como superficie de deslizamiento, se ubica a la profundidad de 5.5 m y en la perforación 2 a la profundidad de 3.5 m.

De acuerdo con los ensayos de comprensión inconfinada realizados a muestras tomadas por debajo de la superficie de falla, el valor más probable de dicho parámetro es de 0.56 kg/cm^2. Sin embargo, por evaluación indirecta de las pruebas de penetración standard, la comprensión inconfinada tiene un valor que oscila alrededor de 2.0 kg/cm^2. Los bajos valores de los ensayos pueden explicarse por el hecho de que las muestras han podido desmejorarse al hacer los ensayos, ya que paso relativamente mucho tiempo desde la toma hasta el ensayo.

4. ANALISIS DE ESTABILIDAD

4.1 DEFINICION DE PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

Puesto que no fue posible ejecutar ensayos de resistencia al corte para determinar los valores de cohesión y ángulo de fricción interna del material localizado en la superficie de falla, dichos parámetros deben evaluarse indirectamente de acuerdo con las características del material.

Para este efecto resulta útil la clasificación de Maslov N.N., quien definió con gran cantidad de ensayos las propiedades medias de corte para arcillas de diferente consistencia. En el caso que nos ocupa, donde la consistencia del material fallado es de consistencia plástica a flujoplástica, la cohesión varia de 1 a 2 T/m^2 y el ángulo de fricción de 8° a 14°.

El par de parámetros de cálculo debe seleccionarse por aproximaciones sucesivas, considerando la superficie de falla y teniendo en cuenta que el factor de seguridad está un poco por debajo de 1.

4.2. CALCULO DE ESTABILIDAD

Los cálculos de estabilidad se realizaron mediante el método de las dovelas, considerando la superficie de falla encontrada en

las investigaciones geotécnicas.

El esquema de cálculo empleado se puede observar en la fig 3, donde se aprecia la ubicación de la superficie de la falla y las subdivisiones hechas para los cálculos.

Empleando cálculos de aproximaciones sucesivas, se encuentra que los valores más probables de las propiedades de corte del material de la superficie de falla son: Angulo de fricción interna 8° y cohesión de 1.0 T/m². Con estos parámetros se obtiene un factor de seguridad de 0.95, aceptable para el grado de inestabilidad que presenta actualmente el talud.

En tales condiciones, las fuerzas de empuje neto (Empuje menos fuerza de reacción del terreno) desarrolladas por el deslizamiento tienen las siguientes magnitudes en el limite superior de cada dovela:

DOVELA	CARGA (T/m)
1	17.7
2	21.2
3	18.5
4	19.5
5	24.8
6	32.7
7	38.6

5. OBRAS DE ESTABILIZACION

5.1 DESCRIPCION DE OBRAS

Con el fin de estabilizar el terreno que actualmente se esta deslizando es necesario construir obras que comprenden en esencia reparación de las tuberías existentes, drenajes y obras de contención, las cuales deben ejecutarse prioritariamente en el orden mencionado. La localización de las obras a ejecutar se pueden apreciar en el plano 3.

5.1.1. Reparación de Tuberías Existentes

En la exploración de campo se encontró que en la calle 10, en un sitio ubicado a unos 30 m de la corona del deslizamiento se encuentra averiado el tubo del acueducto, produciéndose escape de agua. Según se pudo conocer por información de los vecinos del lugar, el tubo se rompió hace cerca de 5 años.

Como es lógico que el agua que se escapa de la tubería esta saturando las zonas aledañas, incluyendo el área del deslizamiento, la cual se ubica en niveles inferiores al del sitio donde se fuga el agua, es necesario reparar el tubo para neutralizar uno de los principales factores desestabilizadores.

Por tal motivo, se recomienda como obra prioritaria reparar la tubería mencionada, colocando tubos de PVC en lugar de los

tradicionales tubos de asbesto-cemento, pues estos son sensibles a desencajarse cuando se producen movimientos del terreno.

Además de esto, es necesario cambiar las tuberías tanto de acueducto como de alcantarillado de la carrera 14E entre las calles 10 y 10A pues con los movimientos que han ocurrido en el terreno, lo más probable es que dichas tuberías, que son rígidas, estén desencajadas y se estén produciendo apartes adicionales de agua a la masa inestable.

El cambio de las tuberías debe hacerse colocando tubos de PVC en lugar de los de obsesto-cemento y gres, pues los tubos plásticos son más flexibles y permiten mayores deformaciones sin romperse.

5.1.2. Drenajes

Con el fin de evacuar parte del agua subterránea que se encuentra afectando la masa inestable es necesario construir filtros, compuestos de grava con geotextil y tubo de PVC intermedio, en los sitios indicados en el plano 3. Con ayuda de estos drenajes se pretende bajar el nivel freático, disminuyendo a la vez la presión de poros.

Los filtros deben construirse después de haberse hecho la labor de reparación de tuberías. Los filtros de la zona inestable deben descargar en el caño de la parte inferior.

5.1.3. Obras de Contención

Las obras de contención deben construirse después que se hayan ejecutado las obras mencionadas. Las obras de contención están constituidas por un muro de concreto reforzado y anclado al terreno de fundición con pernos de ϕ1" por 4.0 m de longitud. El muro está ubicado en la pata del talud que conforma la banca de la carrera 14E.

5.2. CANTIDADES DE OBRA

La construcción de las obras mencionadas demanda las cantidades de obra indicadas en el cuadro 2, las cuales fueron obtenidas de los planos.

5.3. PLAZO DE CONSTRUCCION

De acuerdo con los rendimientos obtenidos en obras similares y considerando el desarrollo de las diferentes actividades que se requieren para la ejecución de los trabajos, se estima que estos puedan realizarse en un plazo de 2 meses calendario.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los estudios realizados se puede concluir y recomendar lo siguiente:

- La zona inestable del barrio Turbay Ayala está constituida por una masa de suelo saturado que se desliza sobre un suelo no saturado con mejores propiedades que los de la masa fallada. El volumen de suelo involucrado es de aproximadamente 6000 m^3 y su velocidad de movimiento es considerada como muy lenta.

- Actualmente el principal factor inestabilizador del terreno está constituido por una fuga de agua procedente de un tubo del acueducto que se rompió hace cerca de 5 años y no ha sido reparado. El agua mencionada se esta filtrando en la masa inestable saturándola.

- La estabilización del terreno se puede obtener reparando en primer termino las tuberías de acueducto deterioradas, cambiándolas por tubería de PVC. También deben cambiarse las tuberías que se encuentran en proximidades de la corona. Este trabajo es prioritario.

- En segundo termino deben construirse drenajes que ayuden a bajar el nivel freático del terreno y en tercer término

deben construirse obras de contención. Las obras pueden realizarse por etapas en la secuencia mencionada, observando e instrumentando el terreno para evaluar el efecto de cada una de las obras propuestas.

- Para facilidad de la construcción las obras es conveniente ejecutarlas en época de verano.

- Se recomienda reforestar la zona inestable y evitar que se construyan viviendas.

CUADROS

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DE SANTAFE DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

CUADRO 1

PERFORACION	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD M	W %	L.L %	L.P %	I.P %	COMPRESION INCONFINADA kg /cm^2	PESO UNITARIO SATURAD t/m^3	PESO UNITARIO SECO t/m^3	CLASICACION
1	M-1	1.70	27.3	34.0	21.7	12.3				CL
	M-2	2.80	41.0	49.5	28.5	21.0				CL-OH
	M-3	3.60	31.4	50.0	25.6	24.4				CL
	M-4	4.00	42.3	64.5	30.7	33.8				CH
	M-5	4.80	39.6	84.0	31.0	53.0				CH
	M-6	5.80	12.4	46.0	19.5	26.5				CL
	M-7	6.50	13.6	33.0	17.9	15.1				CL
	M-8	6.80	14.3				0.38	2.14	1.87	
	M-9	7.30	11.6				0.94	2.14	1.92	
	M-10	7.50	14.1				0.37	2.19	1.93	
	M-11	7.60	11.7							
2	M-1	2.0	37.7	51.0	29.9	21.1				OH
	M-2	3.1	19.1	52.0	19.2	32.8				CH
	M-3	4.4	14.3							

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DE SANTAFE DE BOGOTA

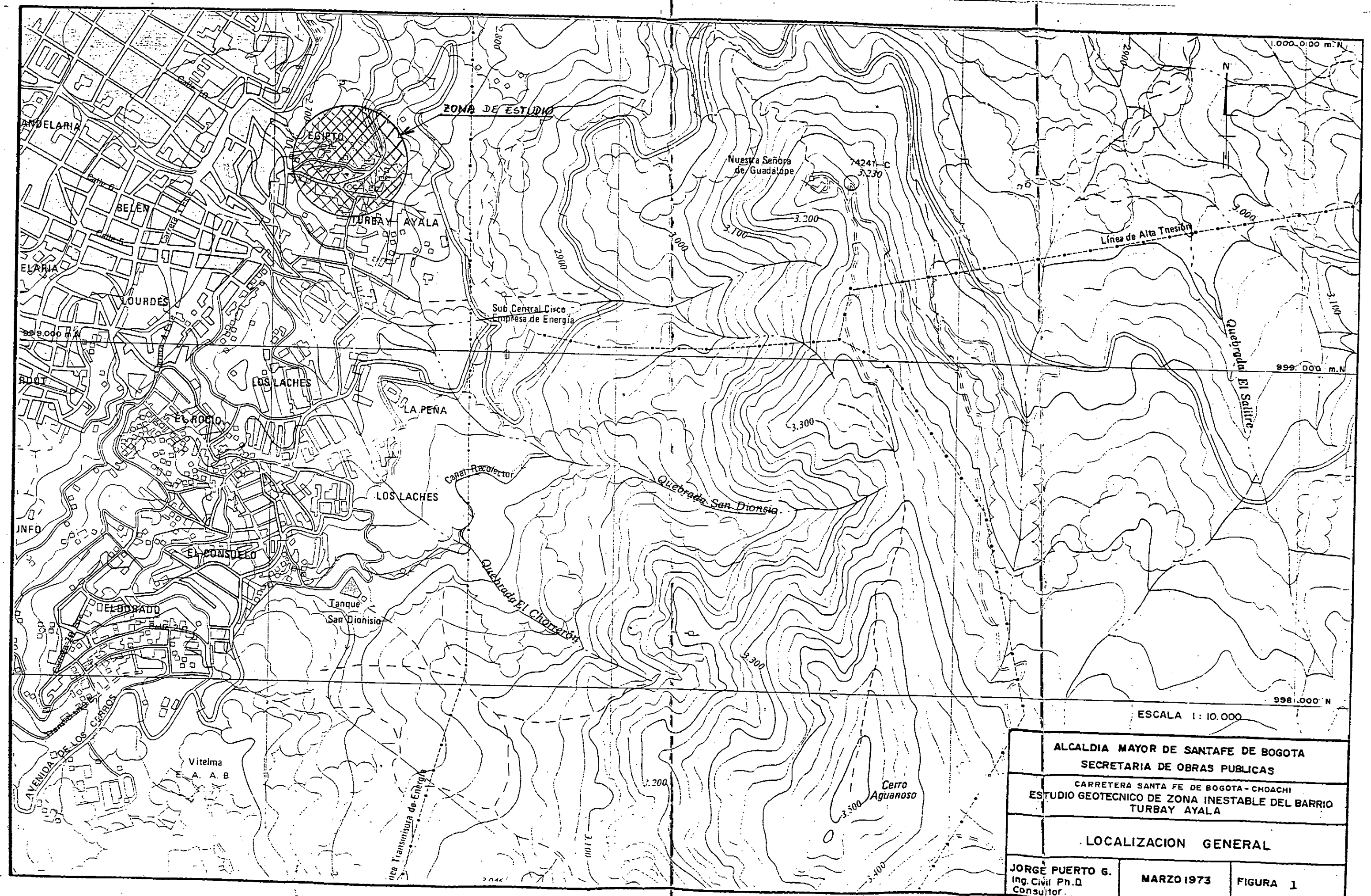
ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA

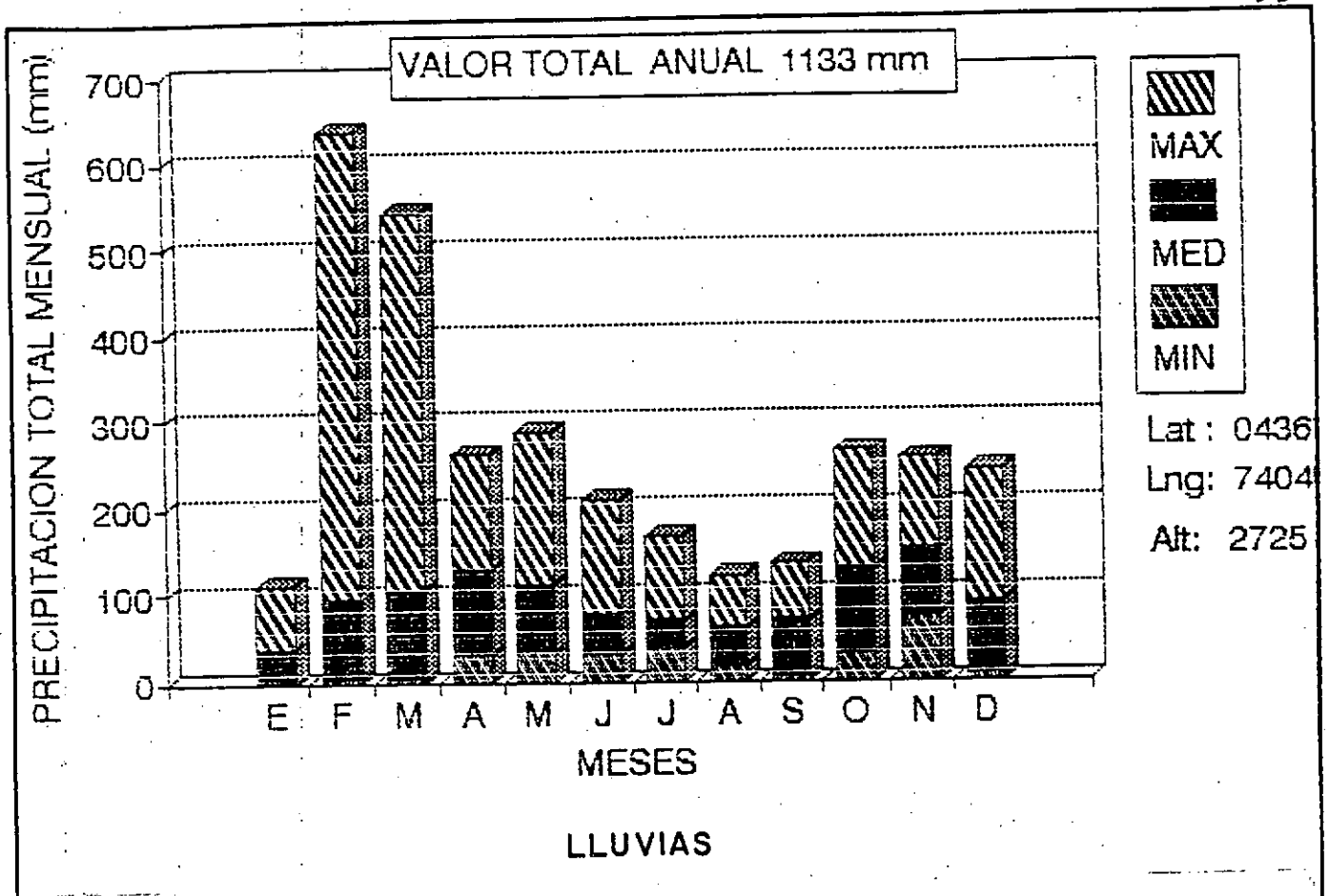
CANTIDADES DE OBRA

CUADRO 2

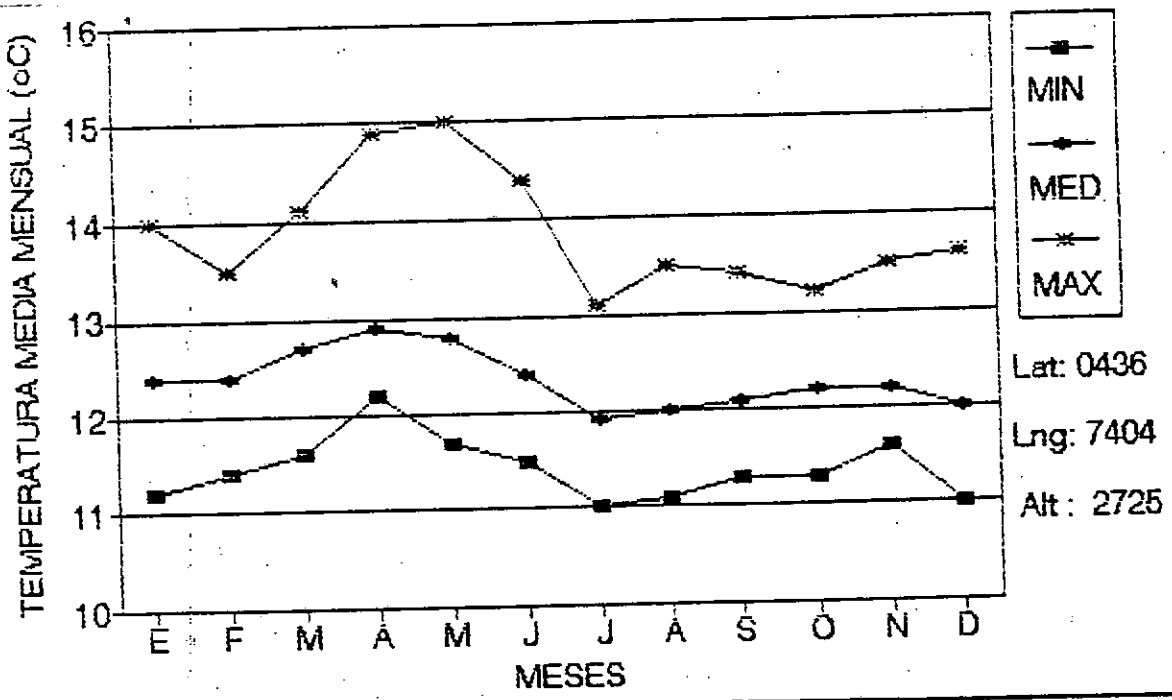
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.
1	REPLANTEO	GL		
2	EXCAVACION	M3	416.00	
3	ANCLAJES (L=4.0M)	ML	320.00	
4	CONCRETOS CICLOPEO	M3	209.00	
5	FILTROS	ML	243.00	
6	RELLENO	M3	99.00	
7	REPARCHEO CONCRETO 3000 PSI	M2	225.00	
8	PILOTES	ML		
9	ASEO Y LIMPIEZA	GL		

FIGURAS


ZONA DE ESTUDIO
EGIPTO
TURBAY AYALA
BELEN
LOURDES
LOS LACHES
LA PEÑA
EL ROCIO
EL CONSUELO
ELDORADO
Nuestra Señora de Guadalupe
74241-C
3.230
Sub Central Circo Empresa de Energía
Línea de Alta Tnesión
Quebrada El Salitre
Quebrada San Dionsio
Quebrada El Chorrerón
Canal Recolector
Tanque San Dionisio
Vitelma
E. A. A. B
AVENIDA DE LOS CERROS
Cerro Aguanoso
1.000.000 m.N
999.000 m.N
998.000 m.N
N
ESCALA 1 : 10.000
ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
CARRETERA SANTA FE DE BOGOTA - CHOACHI
ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE DEL BARRIO TURBAY AYALA
LOCALIZACION GENERAL
JORGE PUERTO G.
Ing. Civil Ph.D.
Consultor.
MARZO 1973
FIGURA 1



LLUVIAS



TEMPERATURAS

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS		
ESTUDIO GEOTECNICO DE ZONA INESTABLE EN EL BARRIO TURBAY AYALA		
ESTACION HIDROMETEOROLOGICA VIVERO VENADO DE ORO		
JORGE PUERTO G. Ing. Civil Ph. D.	MARZO 1993	FIGURA : 2

ANEXOS

ANEXO 1

INFORMACION HIDROLOGICA

*** H) M A T ***

*** S) S (H) M ***

SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (MMS)

SISTEMA DE INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

FECHA DE PROCESO : 93/01/05

ESTACION : 2120553 VENADO ORO VIVERO

LATITUD 0436	TIPO EST CO	DEPTO CUND	FECHA-INSTALACION 1965-AGO
LONGITUD 7404	ENTIDAD 01 HIMAT	MUNICIPIO SANTAFE D BOGOTA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 2725	REGIONAL 20	CORRIENTE BOGOTA	

AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1965	4	15								25.1 3	4.6 3	170.0 3	168.6	48.1	416.4 3
1966	4	15	2.4	83.7	87.1	72.7	93.4	74.8 3	43.4 3	61.5	32.9 3	82.8	237.1	244.2	1116.0 3
1967	4	15	19.1	31.3	105.5	126.0	113.8	122.7	69.5	59.5	70.4	77.2	207.5	66.5	1069.0
1968	4	15	10.2		33.9	239.4	35.6	112.0	30.6	33.3	78.7	163.6	176.9	47.7	1011.9 3
1969	2	01	61.9	57.4	5.1	38.4	63.9	63.9	60.9	65.1 3	75.7	211.2	86.5	127.4	912.4 3
1970	2	01	105.7	113.5	45.2	33.0	103.0	83.5	30.4	37.8	75.2	266.5	149.5	9.2	1107.5
1971	2	01	41.7 3	101.9	179.0	186.7	183.3	68.4	48.8	71.3	86.2	93.5	95.9	154.7	1311.4 3
1972	2	01	112.5	96.3	88.9							103.6	134.2	20.1	555.6 3
1973	2	01	27.8	5.5	43.5	108.0	63.5	60.1	64.0	99.5	136.4	141.0	124.9	129.8	1004.0
1974	2	01	49.9	140.5	90.1	110.3	98.7	31.3	47.3	29.3	56.9	126.4	196.4	36.3	1013.4
1975	2	01	8.5	89.5	75.8	107.4	156.6	58.9	121.4	79.4	75.2	136.9	152.5	182.3	1217.4
1976	2	01	22.8					69.4	70.6	49.8	88.6			61.3 3	362.5 3
1977	2	01	10.2	42.4	75.4	158.3	54.9	58.5	73.0	46.3	124.1		288.7		876.8 3
1978	2	01	.4 3	56.0	55.8 3	178.7	115.5	81.3	46.1 3	74.9	81.9	106.8	95.2	57.0	959.6 3
1979	2	01	52.0	42.9	152.4	155.8	152.6	99.9	74.7	111.3	58.5	238.5	256.3	56.7	1449.6
1980	2	01	35.9	115.6	11.2	147.3	42.0	134.9	55.2	90.5	85.7	98.5	109.6	104.5 3	1048.9 3
1981	2	01	11.7 3	44.4 3	41.6	110.2	288.3 3	66.2	38.1	71.0	48.0 3	81.9 3	181.9 3	108.9 3	1092.2 3
1982	2	01		64.8 3	186.2	262.7	93.2		60.2	52.7	37.5	90.4	104.6	111.3	1053.6 3
1983	2	01	31.7 3	58.1	138.2	263.7 3	178.7	41.1	68.6	34.4	41.0	167.0	81.1	57.5 3	1106.1 3
1984	2	01		114.2 3	37.2	152.4 3	84.9 3	115.8 3	57.4 3	104.1 3	89.7 3	62.1 3	74.8 3	27.3 3	919.9 3
1985	2	01		8.6 3	35.2 3	74.3	144.9 3	32.8 3	45.6		81.2	155.4	135.7 3	15.6 3	729.3 3
1987	1	01		637.4 3	4.2	134.2	180.0	209.5	166.7	36.8	118.4	52.3	138.9	54.9 3	1733.3 3
1988	1	01	.0 3		543.4	58.9 3	79.6	52.4	70.3	92.4	96.4	245.2	241.2	227.3	1707.1 3
1989	2	01		34.2 3	277.3	33.8 3	98.7	64.0	75.5	16.5	79.8	65.2 3	121.6 3	185.2 3	1101.8 3
1990	1	01	58.2 3		72.4	150.3 3	166.1		47.4	54.3 3	31.0 3	181.4		24.7 3	785.8 3
1991	1	01	87.4	51.5	162.7	72.5	90.6	33.8	75.5	122.5	51.1	31.9 3			785.5 3
1992	1	01				110.0 3	42.6 3	65.2 3	109.3 3	67.7					394.8 3
MEDIOS			33.5	94.7	106.6	130.4	111.6	78.3	69.9	63.5	72.2	131.1	151.5	89.9	1138.1
MAXIMOS			112.5	637.4	543.4	263.7	288.3	209.5	166.7	122.5	136.4	266.5	256.3	244.2	637.4
MINIMOS			0.0	5.5	4.2	33.0	35.6	31.3	33.1	16.5	4.6	31.9	74.8	9.2	0.0

*** I D E A M ***

*** S I S D I M ***

SUBDIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (DC)

SISTEMA DE INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

FECHA DE PROCESO : 93/01/05

ESTACION : 2120553 VENADO ORO VIVERO

LATITUD	0436	TIPO EST	CO	DEPTO	CUND	FECHA-INSTALACION	1965-AGO
LONGITUD	7404	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SANTAFE D BOGOTA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2775	REGIONAL	20	CORRIENTE	BOGOTA		

AÑO	EST	FNT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1966	4	15	12.7	12.8	13.0	13.0	12.9	12.7	12.2	12.1	11.8	12.4	12.3	12.1	12.5
1967	4	15	11.8	12.2	12.3										12.1 3
1968	4	15			12.0	12.2	12.0	11.5	11.3	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1	11.9 3
1969	2	01	12.2	13.1		13.5	13.3	13.2	12.1	12.2	12.6	12.2	12.4	12.0	12.6 3
1970	2	01	12.4	12.5	13.0	13.6	13.0	12.6	12.3	12.4	12.3	12.4	12.2	12.1	12.6
1971	2	01	12.2	11.4	12.4	12.2	12.7	11.9	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.0	11.9
1972	2	01		11.9	12.1							12.1	12.0	12.3 3	12.1 3
1973	2	01	12.6 3	13.2	13.4	12.9	12.8 3	12.2	11.7	11.9	11.6	11.8	12.0	11.1	12.3 3
1974	2	01	11.2	11.4	11.9	12.2	11.7	11.9	11.0	11.6	11.4	11.5	12.1	11.4	11.6
1975	2	01	11.8	11.7	12.0	12.4	12.1	11.7	11.1	11.2	11.3	11.3	11.6	11.0	11.6
1976	2	01	11.2	12.8 3	12.3 3	12.2 3	12.0 3	11.5	11.0	11.3 3	11.7 3	12.1 3	11.8	11.8	11.8 3
1977	2	01	12.2	12.2	13.1	12.5	12.7	12.3	11.7 3	11.8 3	11.7	12.4 3	12.1 3	12.3 3	12.3 3
1978	2	01	12.5 3	12.8 3	12.9 3	12.6 3	12.7 3	12.3 3	11.9 3	11.1 3	12.0 3	12.1 3	12.2 3	12.5 3	12.3 3
1979	2	01	12.5 3	12.7 3	12.5 3	12.9 3	12.9 3	12.3 3	12.1 3	12.1 3	11.8 3	12.4 3	12.1 3	12.4 3	12.4 3
1980	2	01	12.5 3	12.6 3	13.2 3	13.0 3	13.2 3	12.2 3	12.1 3	11.5 3	12.4 3	12.4 3	12.0 3	11.9 3	12.4 3
1981	2	01		12.5 3	13.3 3	13.0 3	12.4 3	12.5 3	11.6 3	11.9 3	12.0 3	12.2 3	12.6 3	12.4 3	12.4 3
1982	2	01		12.8 3	12.9 3	13.0 3	12.9 3	12.6 3	11.9 3	11.8 3	12.2 3	12.3 3	12.4 3	12.4 3	12.5 3
1983	2	01	13.0 3	13.3 3	13.1 3	13.0 3	13.0 3	12.0 3	11.8 3	11.6	12.2 3	12.2 3	12.0 3	11.7 3	12.4 3
1984	2	01		12.4 3	12.5 3	12.7 3	12.2 3	11.9 3	11.4 3	12.0 3	11.6 3	12.2 3	11.7 3	11.9 3	12.0 3
1985	2	01		12.0 3	12.5 3	13.1 3	12.5 3	12.0 3	11.7 3	11.9	12.1 3	11.8 3	11.9 3	11.7	12.1 3
1986	1	01		11.5 3	11.6 3	12.9 3	12.4 3	11.8 3	11.3 3	11.7 3	12.2 3	12.2 3	12.7 3	12.1 3	12.0 3
1987	1	01		12.7 3	12.8 3	12.9 3	12.8 3	13.1 3	13.1 3	12.8 3	13.4 3	13.2 3	13.5 3	13.6	13.1 3
1988	1	01	14.0 3		14.1 3	13.2 3	13.5 3	13.1 3	13.0 3	12.9 3	12.7 3	13.0 3	12.8 3	12.4 3	13.2 3
1989	1	01	12.3 3	12.1 3	12.3 3	13.1 3	12.6 3	13.0 3	12.4 3	12.7 3	12.6 3	12.6 3	12.4 3	12.5 3	12.6 3
1990	1	01	12.7 3		13.2 3	12.8 3	13.0 3		12.6	12.5 3	13.0 3	12.3 3		12.3 3	12.7 3
1991	1	01	13.0 3	13.5 3	12.9 3	13.2 3	13.2 3	13.2 3	12.4 3	11.9 3	12.8	12.7 3			12.9 3
1992	1	01				14.9 3	15.0 3	14.4 3	12.9 3	13.5 3					14.1 3
MEDIOS			12.4	12.4	12.7	12.9	12.8	12.4	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2	12.0	12.3
MAXIMOS			14.0	13.5	14.1	14.9	15.0	14.4	13.1	13.5	13.4	13.2	13.5	13.6	15.0
MINIMOS			11.2	11.4	11.6	12.2	11.7	11.5	11.0	11.1	11.3	11.3	11.6	11.0	11.0

ANEXO 2

REGISTRO DE PERFORACION

ING. JORGE PUERTO
PH.D.

CONSULTOR

REGISTRO DE PERFORACION

PROYECTO: Estudio del Deslizamiento _ Barrio Turbay Ayala

PERFORACION: S-1 LOCALIZACION: N_____ E_____

CAJA NO.	PROFUNDIDAD M	LITOLOGIA	DESCRIPCION	RECOBRO %	RQD	AGUA	OBSERVACIONES
			Suelo organico con raices color negro a gris oscuro con algun material de Relleno				
			Arcilla Negra blanda				
	1.0						
			Arcilla Negra, mezclada con suelo Negro de origen Volcanico.				
	2.0						
	3.0		Arcilla Marron con fragmentos de Roca con cambio de color a gris oscuro - Negro, nivel superior de roca meteorizada			Gris clara	SPT 2/6" 3/6" 3/6"
	4.0					Gris clara	SPT 2/6" 3/6" 3/6"
	5.0		Arcillolita blanda amarilla Grisacea, zona de transicion a roca sana.			Gris clara	SPT 2/6" 4/6" 6/6"
	6.0		Arcillolita abigarrada de color Gris con rojos y amarillos de consistencia dura			Gris clara	SPT 8/6" 16/6" 25/6"
	7.0		Arcillolita Gris más seca y dura	75%			

ING. JORGE PUERTO
PH.D.

CONSULTOR

REGISTRO DE PERFORACION

PROYECTO: Estudio del Deslizamiento - Barrio Turbay Ayala

PERFORACION: S-2 **LOCALIZACION:** N_____ E_____

CAJA NO.	PROFUNDIDAD M	LITOLOGIA	DESCRIPCION	RECOBRO %	RQD	AGUA	OBSERVACIONES
			Suelo Limoso con materia organica.				
	1.0						
	2.0		Arcilla Saturada negra amarron con fragmentos de roca muy alterada y suelo negro de origen volcanico				SPT 2/6" 1/6" 2/6"
	3.0		Arcillolita roja-amarillenta saturada blanda zona de transicion entre roca muy meteorizada y Roca sana.				SPT 3/6" 5/6" 7/6"
	4.0		Arcillolita arenosa gris blanda menos saturada.				SPT 10/6" 15/6" 24/6"

ANEXO 3

ENSAYOS DE LABORATORIO

PERFORACIONES HECHAS EN [redacted] No [redacted] FECHA [redacted]

PERFORACION Y LOCALIZACION	MUESTRA No.	ESPESOR	PASA 200	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION U.S.C.	CLASIFICACION A.A.S.H.O.	DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL
S1	M-10	Prof.7,50								14.10%
S1	M-11	Prof.7,60								11.71%
S1-A	M-1	Prof.3,50		58.0	34.3	23.7				38.02%
S1-A	M-2	Prof.4,80		65.5	30.5	35.0				38.69%
S2	M-1	Prof.2.0		51,0	29.9	21.1				37.70%
S2	M-2	Prof.3,15		52.0	19.2	32.8				19.14%
S2	M-3	Prof.4,40								14.26%

IMP. DISTRITAL - 1966

Ib DB CR
EJECUTADO POR:

C. CABALLERO C.
CALCULADO POR:

JAIRO LIBARDO PRIETO E.
REVISADO POR:

CLASIFICACION DE SUELOS — DIVISION DE ESTUDIOS

No. 24448

PERFORACIONES HECHAS EN BARRIO JULIO CESAR TURBAY AYALA

FECHA 4 de febrero de 1993

PERFORACION Y LOCALIZACION	MUESTRA No.	ESPESOR	PASA 200	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION U.S.C.	CLASIFICACION A.A.S.H.O.	DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL
S1	M-1	Prof.1,70		34.0	21.7	12.3				27.34%
S1	M-2	Prof.2,80		49.5	28.5	21.0				41.02%
S1	M-3	Prof.3,60		50.0	25.6	24.4				31.42%
S1	M-4	Prof.4,00		64.5	30.7	33.8				42.32%
S1	M-5	Prof.4,80		84.0	31.0	53.0				39.64%
S1	M-6	Prof.5,80		46.0	19.5	26.5				12.38%
S1	M-7	Prof.6,50		33.0	17.9	15.1				13.60%
S1	M-8	Prof.6,80								14.35%
S1	M-9	Prof.7.30								11.61%

IMP. DISTRITAL - 1988

IB ED CR
EJECUTADO POR:

CANDIDO CABALLERO C.
CALCULADO POR:

JAIRO LIBARDO PRIETO E.
REVISADO POR:

43

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Muestra No. _____
Fecha de entrada _____
Fecha de análisis _____

Muestra tomada en BARRIO TURBAY AYALA
Corresponde a S No.1; M No.9; PROFUNDIDAD= 7.30 Metros
Descripción ARCILLA GRIS CLARA CON VETAS CARMELITAS.

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Altura inicial,	Ho =	9.82 cms	Límite líquido,	Wl =	
Diámetro inicial,	Do =	5.53 cms	Indice plástico,	Wp =	
Area inicial,	Ao =	24.01 cms2	Pasa malla Nº 200,	% =	
Volumen inicial,	Vo =	235.7 cms3	Peso unitario,	Gv =	2,14 Gr/cms3
Peso inicial,	Po =	504.7 Gramos	Relación de vacíos,	E =	
Peso seco,	Pf =	452.2 Gramos	Grado de Saturación,	S =	$\gamma d = 1,92\ T/m^3$
% humedad,	W =	11.61			

Anillo de carga Nº _____ Factor de calibración= _____ A= $\frac{100\ Ao}{100 - \%\ deformación}$

Indicador de Deformación .001"	Porcentaje de Deformación %	Indicador de Carga .0001"	Carga Axial Kgs.	1 − % de Deformación	Area corregida cm2	Esfuerzo Unitario Kgs./cm2
40		90			24.25	0.31
80		171			24,.50	0.60
120		225			24.75	0.78
160		266			25.0	0.91
200		282			25.27	0.96
240		280			25.54	0.94

NOTA: ESTOS VALORES DE COMPRESION INCONFINADA NO SON REPRESENTATIVOS POR CUANTO FUERON EFECTUADOS SOBRE MUESTRAS ALTERADAS.

_____
Laboratorista

Archivo _____
Caveta _____
Folder _____

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Muestra No. _____
Fecha de entrada _____
Fecha de análisis _____

Muestra tomada en BARRIO TURBAY AYALA.
Corresponde a
Descripción S No.1; M. No.10; PROFUNDIDAD: 7.50 METROS
ARCILLA GRIS CLARA CON VETAS CARMELITAS.

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Altura inicial, Ho = 8.21 cms
Diámetro inicial, Do = 5.47 cms
Area inicial, Ao = 23.49 cms2
Volumen inicial, Vo = 192.8 cms3
Peso inicial, Po = 424.1 Gramos
Peso seco, Pf = 371.7 Gramos
% humedad, W = 14.10

Límite líquido, Wl = _____
Indice plástico, Wp = _____
Pasa malla Nº 200, % = _____
Peso unitario, Gv = 2.19 Gr/cms3
Relación de vacíos, E = _____
Grado de Saturación, S = $\gamma d = 1.93\ T/m^3$

Anillo de carga Nº _____ Factor de calibración= _____ A= $\frac{100\ Ao}{100 - \%\ deformación}$

Indicador de Deformación .001"	Porcentaje de Deformación %	Indicador de Carga .0001"	Carga Axial Kgs.	1 – % de Deformación	Area corregida cm2	Esfuerzo Unitario Kgs./cm2
40	1	19	1.63	0.99	23.72	0.06
80	2	47	4.05	0.98	23.96	0.16
120	3	73	6.29	0.97	24.21	0.25
160	4	90	7.75	0.96	24.46	0.31
200	5	106	9.13	0.95	24.72	0.36
240	6	113	9.74	0.94	24.98	0.38
280	7	113	9.74	0.93	25.25	0.38
320	8	111	9.56	0.92	25.59	0.37

NOTA: ESTOS VALORES DE COMPRESION INCONFINADA NO SON REPRESENTATIVOS POR CUANTO FUERON EFECTUADOS SOBRE MUESTRAS ALTERADAS.

_____
Laboratorista

Archivo _____
Gaveta _____
Folder _____

46

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Muestra No. _____
Fecha de entrada _____
Fecha de análisis _____

Muestra tomada en BARRIO TURBAY AYALA.
Corresponde a ~~S No.1; M. No. 8, PROFUNDIDAD: 6.80 Metros~~
Descripción ~~ARCILLA GRIS CLARA CON VETAS CARMELITAS~~

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Altura inicial, Ho = ~~10.28 cms~~
Diámetro inicial, Do = ~~5.49 Cms.~~
Area inicial, Ao = ~~23.67 Cms2~~
Volumen inicial, Vo = ~~243.32 cms3~~
Peso inicial, Po = ~~521.2 Gramos~~
Peso seco, Pf = ~~455.8 Gramos~~
% humedad, W = ~~14.35~~

Límite líquido, Wl = _____
Indice plástico, Wp = _____
Pasa malla Nº 200, % = _____
Peso unitario, Gv = ~~2.14 Gramos/cms3~~
Relación de vacíos, E = _____
Grado de Saturación, S = $\gamma_d = 1.87\ T/m^3$

Anillo de carga Nº 2124 Factor de calibración= _____ A= $\frac{100\ Ao}{100 - \%\ deformación}$

Indicador de Deformación .001"	Porcentaje de Deformación %	Indicador de Carga .0001"	Carga Axial Kgs.	1 - % de Deformación	Area corregida cm2	Esfuerzo Unitario Kgs./cm2
40		27			23.90	0.09
80		46			24.15	0.16
120		65			24.40	0.22
160		80			24.65	0.27
200		94			24.91	0.32
240		108			25.18	0.36
280		120			25.45	0.40
320		123			25.72	0.41
360		115			26.01	0.38

NOTA: ESTOS VALORES DE COMPRESION INCONFINADA NO SON REPRESENTATIVOS POR CUANTO FUERON EFECTUADOS SOBRE MUESTRAS ALTERADAS.

_____
Laboratorista

Archivo _____
Gaveta _____
Folder _____

ANEXO 4

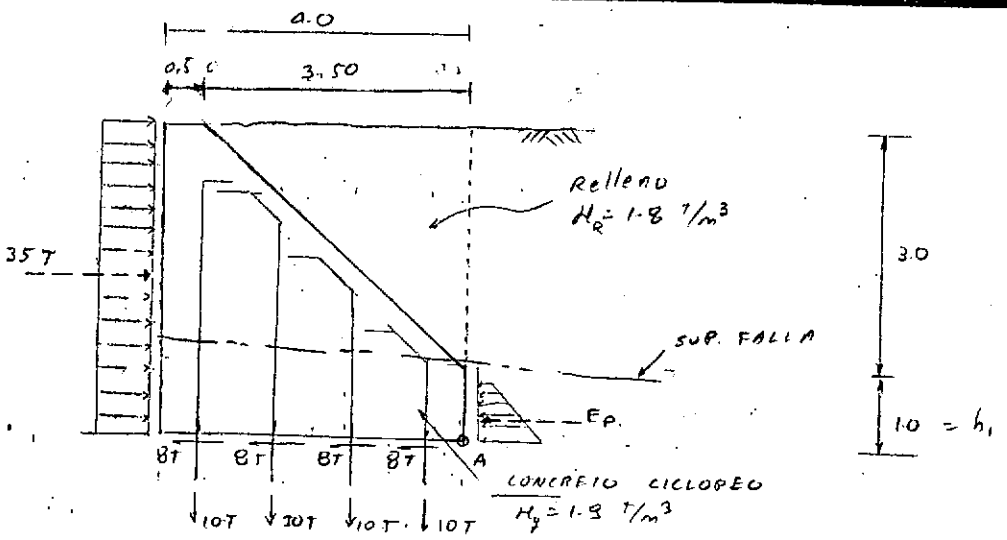
MEMORIAS DE CALCULO

INGEMETRICA LTDA. **HOJA DE CALCULO** Hoja 1 de 2

Fecha

PROYECTO: ZONA INESTABLE BARRIO TURBAY AYALA

CONTENIDO: MURO DE CONTENCION



CONSIDERACIONES:

① Se considera un empuje Neto de 35 T, cuyo valor es la suma de las componentes q' actuan en la base de las dovelas

② Se desprecia el empuse pasivo del material por encima de la superficie de falla, y solo se considera el empuje pasivo de la roca sana. (Por debajo de la superficie de falla).

③ Se consideran cuatro (4) Anclajes separados c/metro, cuya Resistencia individual es de 10 T a traccion y 8 T al corte.

$$W = A_g \times H_g + A_R \times \delta_R = 10.45 \times 1.9 + 4.95 \times 1.8$$

$$= 28{,}76\ T$$

$$K_p = \frac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi} = \frac{1+\operatorname{sen} 8^\circ}{1-\operatorname{sen} 8^\circ}$$

$$K_p = 1.32$$

$$E_p = \frac{1}{2} \times H \times K_p \times h_1^2 = \frac{1}{2} \times 1.8 \times 1.32 \times 1.0^2$$

$$= 1.19\ T$$

INGEMETRICA LTDA. HOJA DE CALCULO Hoja 2 de 2

Fecha

PROYECTO:

CONTENIDO:

ANALISIS DE ESTABILIDAD

1.0) AL VOLCAMIENTO (ΣM_A)

$$M_{ACT} = 35 \times 2.0$$
$$= 70 \ (T-m)$$

$$M_{RES} = 28,76 \times 2.0 + 1.19 \times 1.0 + 10 \times 3,5 + 10 \times 2.5 + 10 \times 1.5 + 10 \times 0.5$$
$$= 138,71 \ T$$

$$F.S.]_V = \frac{M_{RES}}{M_{ACT}} = \frac{138.71}{70}$$

$$= 1,98 \ \checkmark OK$$

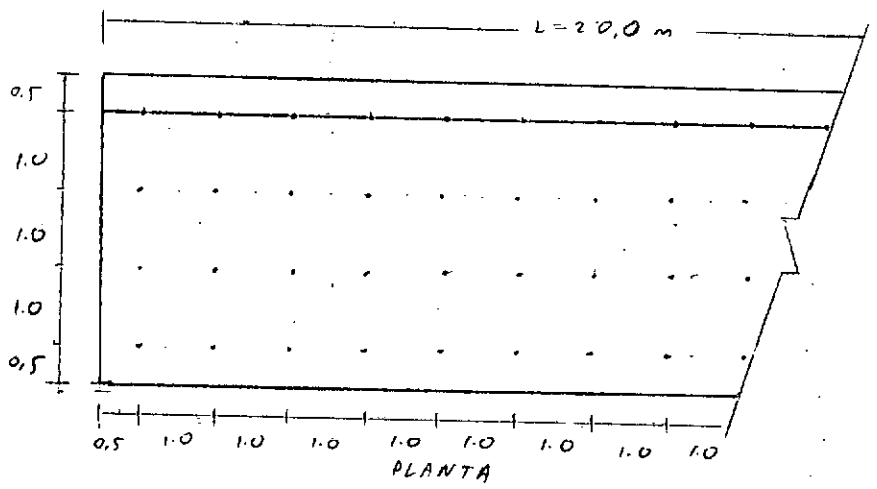
2.0) AL DESLIZAMIENTO

$$F.S.]_D = \frac{f \times \Sigma F_V + V + cA + E_P}{\Sigma F_H}$$

$$= \frac{0.6 \times 28,76 + 4 \times 8 + 0,1 \times 4 + 1.19}{35}$$

$$= \frac{30.85}{35} = 1,45 \ \checkmark OK$$

ESQUEMA DE COLOCACION DE ANCLAJES



ANEXO 5

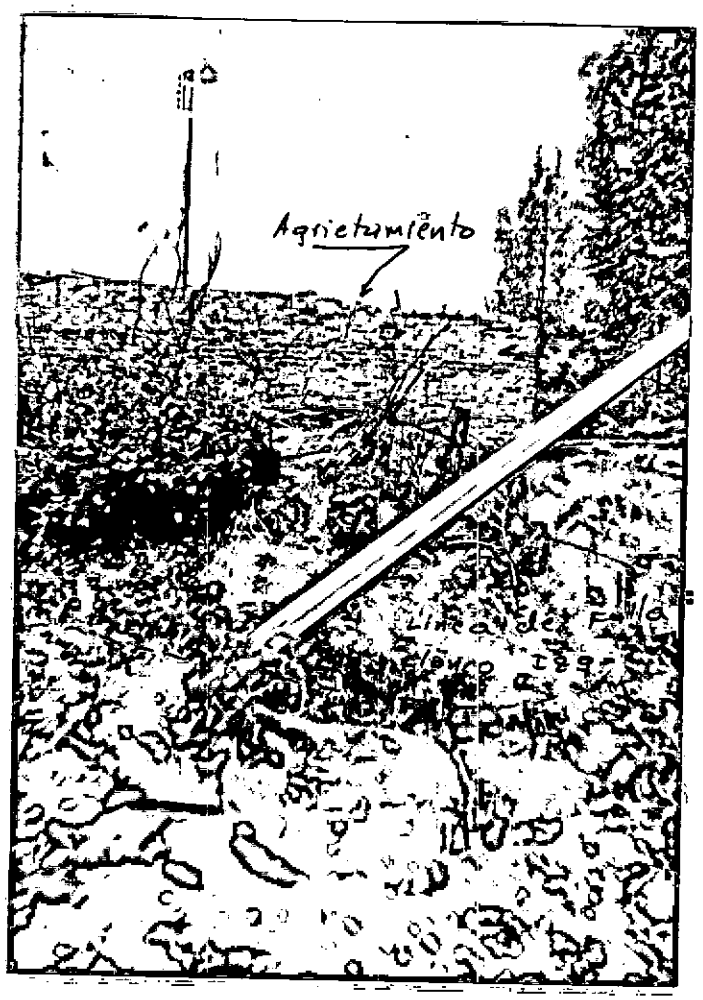
REGISTRO FOTOGRAFICO



FOTO No. 1 *VISTA GENERAL DE LA ZONA INESTABLE (BARRIO TURBAY AYALA), NOTESE LA INCLINACION Y EL DESPLAZAMIENTO DEL OESTE DE SU POSICION ORIGINAL (VER FOTO No. 3).*



FOTO: 2 Unica casa agietada en el flanco derecho debido al arrastre.



: 3 Unica casa agrietada en el flanco izquierdo debido principalmente al arrastre. Notese la inclinación del poste que ha sido dezplazado de la calle 10A.

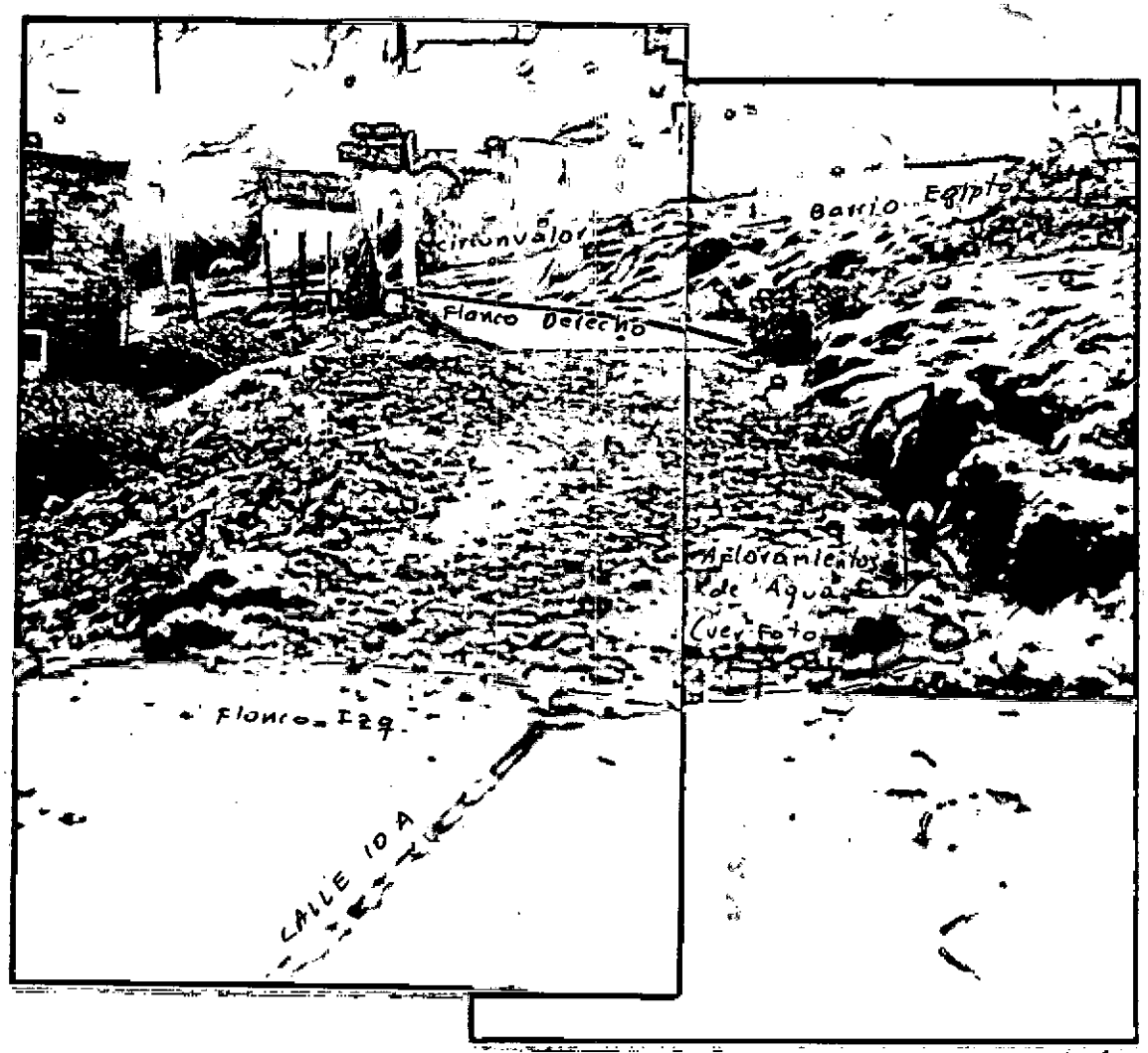


FOTO: 4 Relleno improvisado por los habitantes residentes de la zona efectuando sobre la calle 10A. Se aprecia la aparición de flujos de agua de infiltración.



FOTO: 5

Afloramiento de agua de infiltración, ubicados sobre la calle 10A.

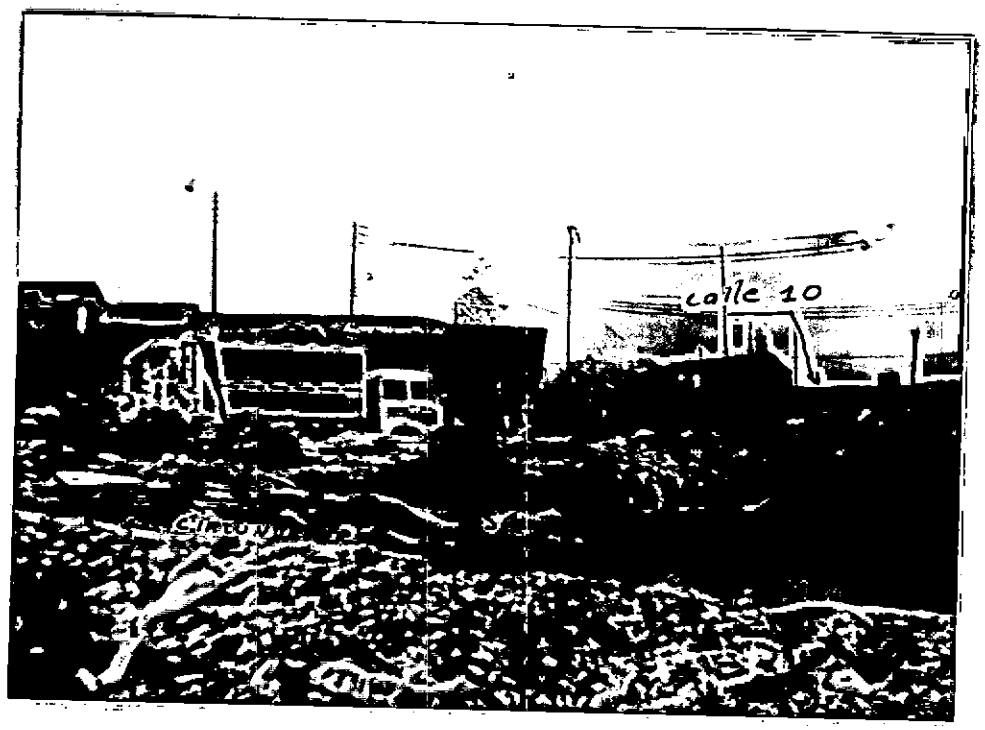


FOTO: 6 Aspecto del muro de gaviones de la calle 10.

PLANOS